



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 33 09 051.3  
22 Anm ld tag: 14. 3. 83  
43 Offenlegungstag: 20. 9. 84

71 Anmelder:

Thyssen Industrie AG, 4300 Essen, DE; kabelmetal  
electro GmbH, 3000 Hannover, DE

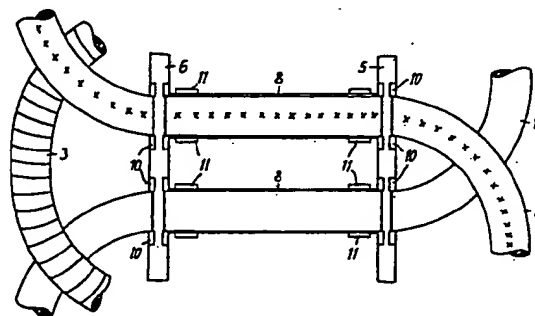
72 Erfinder:

Raschbichler, Hans-Georg, Dipl.-Ing.; Miller,  
Luitpold, Ing.(grad.); Wcislo, Manfred, 8012  
Ottobrunn, DE; Breitenbach, Otto, Ing.(grad.), 8500  
Nürnberg, DE

Behördeneigentum

54 Dreiphasige Wechselstromwicklung für einen Linearmotor

Es wird eine aus drei elektrischen Kabeln (1, 2, 3) bestehende, vorgefertigte Wicklung für einen elektrischen Linearmotor angegeben, die mittels Halbschalen (8) zusammengehalten wird, in denen die für die Nutenbereiche bestimmten Teile der Kabel liegen. Die Halbschalen (8) sind mit Erweiterungen ausgerüstet, an denen federnde Vorsprünge (10) angebracht sind. Mit den Erweiterungen und den Vorsprüngen sind die Halbschalen an zugfesten Haltebändern (5, 6) festgelegt, die sich über die ganze Wicklungslänge erstrecken.



DE 3309051 A1

14-03-83

3309051

kabelmetal electro  
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

THYSSEN INDUSTRIE  
AKTIENGESELLSCHAFT

83-13/S

10. März 1983

Patentansprüche

- 5 1. Dreiphasige Wechselstromwicklung für einen Linearmotor, der aus einem Läufer teil und einem langgestreckten Induktor mit Nuten zur Aufnahme der Wicklung besteht, bei welcher für die einzelnen Wicklungsstränge elektrische Kabel verwendet sind, die vor ihrer Einbringung in die Nuten des Induktors im Wege der Vorfertigung geformt und zu einer einteiligen zusammenhängenden Wicklung untereinander mechanisch fest verbunden sind, in welcher die Wicklungsstränge in den für die Nuten bestimmten parallelen Bereichen einen festen, dem Abstand der Nuten

...

1111-2111-1111  
2

voneinander entsprechenden Abstand haben und in diesen Bereichen an langgestreckten, als Verschlußteile für die Nuten verwendbaren Halterungen aus mechanisch festem Isoliermaterial befestigt sind, dadurch gekennzeichnet,

- 5        - daß die Halterungen als Halbschalen (8) ausgebildet sind, die an beiden axialen Enden Erweiterungen (9) aufweisen, die sich im wesentlichen quer zur Achsrichtung der Halbschalen (8) erstrecken und mit federnden Vorsprüngen (10) ausgerüstet sind,
- 10       - und daß die Halbschalen (8) im Bereich der Erweiterungen (9) mittels der federnden Vorsprünge (10) an gut biegbaren Haltebändern (5, 6) aus zugfestem Material durch Einrasten unverrückbar festgelegt sind, die quer zur Richtung der Wicklungsstränge in den Nutenbereichen auf beiden Seiten der Wicklung über deren gesamte Länge verlaufen.
- 15       2. Wicklung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß je zwei nebeneinanderliegende Halbschalen (8) in einem Bauteil zusammengefaßt sind.
- 20       3. Wicklung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß außen an den Halbschalen (8) seitwärts abstehende, federnde Arme (11) angebracht sind.
4. Wicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die an sich flachen Haltebänder (5, 6) im Bereich (A) der Erweiterungen (9) auf beiden Seiten eingeschnitten und U-förmig gebogen sind.
- 25       5. Wicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Kabel (1, 2, 3) einen äußeren, aus elektrisch leitfähig gemachtem Isolierstoff bestehenden Mantel aufweisen.

...

14-3-83

3.

5 6. Wicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens auf einer Seite der Wicklung im Bereich der Wickelköpfe ein an den Kabeln (1, 2, 3) anliegendes Erdungsband (15) aus elektrisch gut leitendem Material angebracht ist, das über die gesamte Länge der Wicklung verläuft.

7. Wicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für die Wicklungsstränge halbsteife, beim Biegen nicht rückfedernde Kabel (1, 2, 3) eingesetzt sind.

k a b e l m e t a l e l e c t r o  
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

THYSSEN INDUSTRIE  
AKTIENGESELLSCHAFT

83-13/S

10. März 1983

Dreiphasige Wechselstromwicklung für einen Linearmotor

Die Erfindung bezieht sich auf eine dreiphasige Wechselstromwicklung für einen Linearmotor, der aus einem Läufer teil und einem langgestreckten Induktor mit Nuten zur Aufnahme der Wicklung besteht, bei welcher für  
5 die einzelnen Wicklungsstränge elektrische Kabel verwendet sind, die vor ihrer Einbringung in die Nuten des Induktors im Wege der Vorfertigung geformt und zu einer einteiligen zusammenhängenden Wicklung untereinander mechanisch fest verbunden sind, in welcher die Wicklungsstränge in den für die Nuten bestimmten parallelen Bereichen einen festen, dem  
10 Abstand der Nuten voneinander entsprechenden Abstand haben und in diesen Bereichen an langgestreckten, als Verschlußteile für die Nuten verwendbaren Halterungen aus mechanisch festem Isoliermaterial befestigt sind (DE-OS 28 35 386).

...

Linearmotoren sind für elektrische Antriebe unterschiedlicher Art seit  
langem bekannt. Es gibt dabei sowohl Gleichstrom- als auch Wechsel-  
strom-Synchron- und Asynchronmotoren. Beim Linearmotor sind sowohl  
Stator als auch Läufer teil im Gegensatz zum konventionellen Motor nicht  
kreisförmig, sondern geradlinig angeordnet. Die elektrische Energie wird  
dabei so in mechanische Energie umgesetzt, daß sie unmittelbar für eine  
Translationsbewegung nutzbar wird. Einsatzgebiete der Linearmotoren sind  
beispielsweise der Personenverkehr, das Förder- und Transportwesen,  
Fließbänder, Gepäcktransport, Bergbau, Kräne, Schleppanlagen, Schlitten  
von Werkzeugmaschinen und die Betätigung von Schiebern. Der Linearmotor  
kann prinzipiell eine in den Nuten des Induktors angeordnete Erreger-  
wicklung haben, die bei Wechselstrom dreiphasig ausgebildet ist. Der  
Läufer teil besteht dann entweder aus einer Schiene aus elektrisch gut  
leitendem Material, wie Kupfer oder Aluminium (Asynchronmotor), oder aus  
permanentmagnetischem Material (Synchronmotor). Es sind allerdings auch  
Linearmotoren bekannt, bei denen die Wicklung im Läufer teil angeordnet  
ist.

In Abhängigkeit vom Einsatzgebiet der Linearmotoren sind deren Statoren  
mehr oder weniger lang. Die größte Länge eines Stators liegt heute wohl  
dann vor, wenn ein solcher Linearmotor zum Antrieb einer Magnetschwebe-  
bahn für Schnellverkehr eingesetzt wird. Damit die drei Wicklungsstränge  
nicht am Montageort einzeln in die Nuten des Induktors eingelegt und in  
denselben festgelegt werden müssen, werden die Wicklungen vorgefertigt,  
auf Spulen aufgewickelt, mit den Spulen zum Montageort transportiert und  
dort als Einheit in die Nuten des Induktors eingebaut. Durch diese  
Vorfertigung ergibt sich eine erhebliche Montageerleichterung.

Eine vorgefertigte, dreiphasige Wechselstromwicklung, wie sie eingangs  
beschrieben ist, geht aus der DE-OS 28 35 386 hervor. Bei dieser  
bekannten Wicklung sind die einzelnen Wicklungsstränge auf brett förmigen  
Halterungen festgelegt, die bis in den Bereich der Wickelköpfe ragen und  
dort mit Führungen für die Wickelköpfe ausgerüstet sind. In ihrem  
mittleren Bereich sind die Halterungen rohr förmig erweitert. Der

...

rohrförmige Bereich soll als Nutauskleidung dienen. Insgesamt ist diese bekannte Wicklung leicht herstellbar und auch problemlos auf eine Spule aufwickelbar. Da die Halterungen nur an den einzelnen Wicklungssträngen fixiert sind, kann es jedoch beim Aufwickeln der Wicklung auf eine Spule und auch beim Abwickeln von der Spule geschehen, daß die Halterungen und damit auch die Wicklungsstränge aus ihrer Position verschoben werden, wodurch das Einbringen der Wicklung in die Nuten des Induktors erschwert würde. Außerdem ist der Materialaufwand für die Halterungen dieser bekannten Wicklung wegen der Führungen für die Wickelköpfe und der rohrförmigen Bereiche relativ hoch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine vorgefertigte, dreiphasige Wechselstromwicklung für Linearmotoren anzugeben, bei der unter Beibehaltung einer guten Aufwickelbarkeit auf Spulen sichergestellt ist, daß die einzelnen Wicklungsstränge ihre vorgegebene gegenseitige Lage beibehalten und bei welcher der Materialaufwand für die Festlegung der Wicklungsstränge gegenüber der bekannten Konstruktion vermindert ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Wicklung der eingangs geschilderten Art gemäß der Erfindung dadurch gelöst,

- daß die Halterungen als Halbschalen ausgebildet sind, die an beiden axialen Enden Erweiterungen aufweisen, die sich im wesentlichen quer zur Achsrichtung der Halbschalen erstrecken und mit federnden Vorsprüngen ausgerüstet sind,
- und daß die Halbschalen im Bereich der Erweiterungen mittels der federnden Vorsprünge an gut biegbaren Haltebändern aus zugfestem Material durch Einrasten unverrückbar festgelegt sind, die quer zur Richtung der Wicklungsstränge in den Nutenbereichen auf beiden Seiten der Wicklung über deren gesamte Länge verlaufen.

...

14-7-57

Der Zusammenhalt der Wicklungsstränge und damit der Wicklung insgesamt wird durch die beiden Haltebänder erreicht, an welchen die Halbschalen unverrückbar festgelegt sind. Da in Richtung der Wicklung, also quer zu den Nutenbereichen der Wicklungsstränge, keine biegesteifen Teile vorhanden sind, läßt sich die fertige Wicklung problemlos auf eine Spule aufwickeln und auch wieder von derselben abnehmen. Die Halterungen sind so materialarm wie möglich ausgeführt, da sie nur in den für die Nuten bestimmten Bereichen der Wicklungsstränge vorhanden sind. Sie sind außerdem durch federndes Einrasten an den Halterbändern festgelegt, so daß sie nicht in Richtung dieser Bänder verschoben werden können, sondern ihre einmal festgelegte Position unverrückbar beibehalten. Die Kabel der Wicklungsstränge sind somit an den Halterungen durch die Halterbänder festgelegt, so daß keine weiteren Befestigungselemente benötigt werden. Insgesamt werden dadurch für die Wicklung weniger Teile benötigt, was Materialersparnis und einfachere Montage bedeutet.

Besonders einfach kann die fertige Wicklung dann in den Nuten des Stators festgelegt werden, wenn an den Halbschalen seitwärts abstehende, federnde Arme angebracht sind, die in entsprechende Vertiefungen der Nuten einrasten.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind je zwei nebeneinanderliegende Halbschalen über ihre Erweiterungen zu einem einteiligen Bauteil zusammengefaßt. Hierdurch kann auf einfache Weise eine zusätzliche Sicherung dagegen erreicht werden, daß die Halbschalen sich als Einzelteile, wenn auch nur geringfügig, in Umfangsrichtung um ihre Wicklungsstränge drehen, wodurch das Einrasten der federnden Arme in den Vertiefungen der Nuten verhindert würde.

Für die Wicklungsstränge werden vorteilhaft halbsteife Kabel eingesetzt, die bei ihrer Verformung zu den Wicklungssträngen mit Wickelköpfen nicht zurückfedern. Sie können dadurch mit einem Automaten zu der vorgefertigten Wicklung verarbeitet werden, und es sind in den Wickelköpfen kleinere Biegeradien möglich. Hierdurch kann auch die Breite der

...



14.10.57 5505057  
Wicklung verringert werden. Die Kabel sollen nur halbsteif, d. h. rückfederfrei, sein. Eine ausreichende Biegsamkeit für die Formung zur Wicklung und auch für das Aufwickeln der fertigen Wicklung auf eine Spule muß vorhanden sein.

- 5 Wenn die für die Wicklungsstränge verwendeten Kabel einen halbleitenden äußeren Mantel haben, wird auf mindestens einer Seite der Wicklung ein sich über deren gesamte Länge erstreckendes Erdungsband angebracht, das mittels der Halterbänder und der Halbschalen besonders einfach so festzulegen ist, daß es mit allen Windungen der Wicklungsstränge guten  
10 Kontakt hat.

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes ist in den Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

- Figur 1 schematisch einen Ausschnitt aus einem Stator eines Linear-  
15 motors.

Figur 2 einen solchen Ausschnitt in vergrößertem Maßstab.

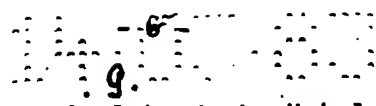
Figur 3 einen Querschnitt durch den Stator.

Figur 4 eine Seitenansicht des Stators mit geschnittenen Wicklungssträngen.

- 20 Figur 5 zwei zu einem Bauteil zusammengefaßte Halbschalen.

Figur 6 ein Halteband.

...



Mit 1, 2 und 3 sind drei elektrische Kabel bezeichnet, die die Wicklungsstränge einer dreiphasigen Wechselstromwicklung darstellen und zu einer zusammenhängenden Wicklung für den Stator eines Linearmotors zusammengefaßt sind. Der aus geschichteten Blechen bestehende Induktor 4 des Stators ist in Figur 1 schematisch mit angedeutet. Im Bereich der aus dem Induktor 4 herausragenden Wickelköpfe sind Haltebänder 5 und 6 angebracht, die über die gesamte Länge des Stators verlaufen und aus einem gut biegbaren, aber zugfesten Material bestehen. Vorzugsweise werden Haltebänder aus nichtrostendem Stahl eingesetzt.

Als Kabel 1, 2 und 3 können beispielsweise halbsteife, beim Biegen nicht rückfedernde Mittel- oder Niederspannungskabel eingesetzt werden, die ein aus Kupfer- oder Aluminiumdrähten aufgebautes Leiterseil haben, über dem eine Leiterglättung liegen kann. Darüber ist eine Isolierung aus wärmebeständigem Material angeordnet, über der noch ein als Schirm dienender Mantel aus leitfähig gemachtem Isolierstoff angeordnet sein kann. Eine vorgefertigte Wicklung für Linearmotoren mit derartigen Kabeln als Wicklungssträngen geht beispielsweise aus der DE-OS 30 06 382 hervor.

An den parallel zueinander verlaufenden, für die Nuten 7 des Induktors 4 bestimmten Bereichen der Kabel 1, 2 und 3 sind Halterungen angebracht, deren genauerer Aufbau aus Figur 5 hervorgeht. Die Halterungen bestehen demnach aus einer Halbschale 8, welche sich über die gesamte Länge eines Wicklungsstranges erstreckt, der in der Nut 7 des Induktors untergebracht werden soll. An beiden Enden der Halbschale 8 sind Erweiterungen 9 angebracht, die sich im wesentlichen quer zur Richtung der Halbschale 8 erstrecken. An diesen Erweiterungen 9 sind federnde Vorsprünge 10 angebracht. Von diesen Vorsprüngen sind pro Erweiterung vier Stück vorgesehen, die sich paarweise gegenüberliegen, so wie es aus Figur 5 ersichtlich ist. Außerdem weist jede Halbschale 8 in ihrem Verlauf seitwärts abstehende, federnde Arme 11 auf, deren genauere Position auch aus dem Schnittbild in Figur 4 zu ersehen ist. Mit diesen seitwärts abstehenden, federnden Armen kann die Halbschale in einer

...

Nut 7 des Induktors 4 festgelegt werden, wobei die Arme 11 sich in der Endposition hinter entsprechende Vorsprünge 12 der Nut 7 legen und damit die Halbschale 8 sowie das in der Halbschale befindliche Kabel in der Nut 7 festlegen. In dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Halbschalen 8 zu einer Einheit miteinander verbunden. Hierdurch kann zusätzlich sichergestellt werden, daß die Halbschalen 8 nach ihrer Anbringung an den Kabeln 1, 2 und 3 sich nicht in Umfangsrichtung um diese Kabel drehen. Ein solches Verdrehen muß vermieden werden, damit das Einlegen der Wicklung in die Nuten 7 des Induktors nicht kompliziert wird.

Für die Fertigstellung der kompletten dreiphasigen Wechselstromwicklung sind auch die in Figur 1 schematisch angedeuteten Haltebänder 5 und 6 von Bedeutung. Ein solches Halteband ist beispielsweise in Figur 6 dargestellt. Dieses Halteband besteht aus einem zugfesten, aber gut biegbaren Material. Ein solches Material ist beispielsweise nichtrostender Stahl. Zur Festlegung der Halbschalen 8 mit ihren Erweiterungen 9 sind die Haltebänder 5 und 6 speziell vorbehandelt. Sie sind in bestimmten Abständen mit kurzen Schnitten versehen, welche quer zu ihrer Längsrichtung verlaufen. Der Abstand A zwischen zwei solchen Schnitten entspricht dem aus Figur 5 ersichtlichen Abstand A von zwei federnden Vorsprüngen 10 an den Erweiterungen 9 der Halbschalen 8. In diesem Bereich A sind die Haltebänder 5 und 6 etwa U-förmig gebogen, so daß sie in diesem Bereich versteift sind. Zwischen je zwei Bereichen A verbleiben die Haltebänder 5 und 6 in den Zwischenstücken 12 jedoch gut flexibel, so daß die gute Aufwickelbarkeit der fertigen Wicklung nicht behindert wird. Zur Festlegung der Halbschalen 8 an den Haltebändern 5 und 6 werden die Haltebänder von oben zwischen die federnden Vorsprünge 10 gedrückt, so daß dieselben auf den U-förmig gebogenen Bereichen A der Erweiterungen 9 festgelegt werden. Hierbei legen sich gleichzeitig die Kanten 13, welche die U-förmigen Bereiche A begrenzen, an die Vorsprünge 10 an und verhindern dadurch, daß die Halbschalen 8 in Richtung der Haltebänder 5 und 6 verschoben werden können.

...

Die Halbschalen 8 können, wie bereits erwähnt, als Einzelteile ausgeführt sein. Sie können jedoch, so wie in Figur 5 dargestellt, auch paarweise zu einer Einheit zusammengefaßt sein. Für den Fall der paarweisen Zusammenfassung ist es auch möglich, diese Halbschalen 8 nicht über die gesamte Länge des für die Nuten 7 bestimmten Bereiches durchgehen zu lassen, sondern beispielsweise an den gestrichelt eingezeichneten Linien 14 jeweils enden zu lassen. Hierdurch kann für die Festlegung der Wicklungsstränge zusätzlich Material eingespart werden. Es fehlt dann den Kabeln im mittleren Bereich der Nuten zwar der Schutz durch die Halbschalen, jedoch hat das keine größere Bedeutung, weil diese Nuten an unzugänglichen Stellen liegen und eine Beschädigungsgefahr daher weitgehendst ausgeschlossen ist.

Wenn, wie bereits weiter oben erwähnt, für die Wicklungsstränge elektrische Kabel verwendet werden, die einen äußeren leitfähigen Mantel haben, dann muß entlang der Strecke des Stators ein Erdungsband 15 verlegt werden. Dieses Erdungsband ist in Figur 4 angedeutet.

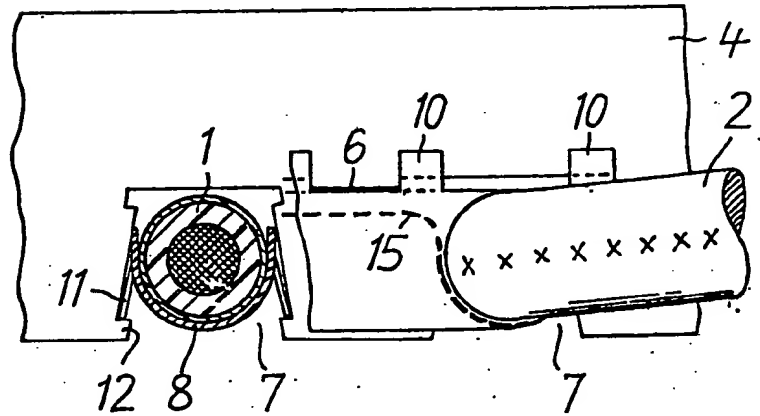
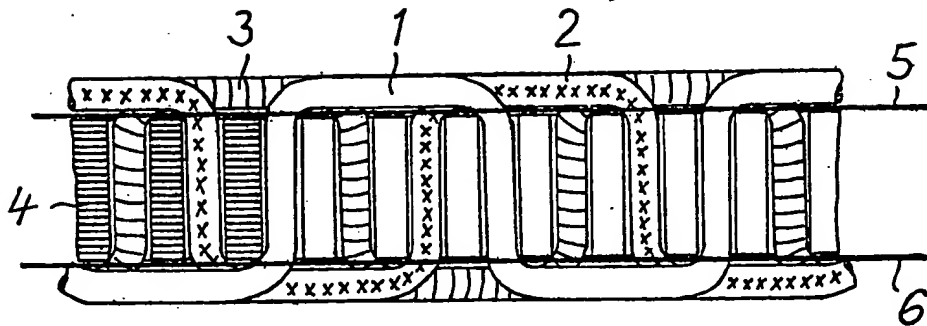
Es wird zweckmäßig gleich bei der Herstellung der Wicklung mit an derselben angebracht und verläuft dann im wesentlichen parallel zu den Haltebändern 5 und 6 mindestens auf einer Seite der Wicklung. Hierzu kann es in die Halbschalen 8 mit eingelegt werden, so daß es durch die später eingelegten Kabel festgelegt wird. Die Kabel werden zusätzlich durch die steifen Bereiche A der Haltebänder 5 und 6 in den Halbschalen 8 festgehalten, wodurch auch auf das Erdungsband 15 gedrückt wird, das dadurch einen guten Kontakt mit den leitenden Mänteln der Kabel erhält. Das Erdungsband 15 wird an mindestens einem Ende der fertigen Wicklung an Erdpotential angeschlossen.

Bei der Herstellung einer dreiphasigen Wechselstromwicklung entsprechend der Erfindung wird beispielsweise wie folgt vorgegangen:

...

- In eine spezielle Fertigungseinrichtung wird zunächst eine Anzahl von Halbschalen 8 so eingelegt, daß sie nicht mehr verrutschen kann. Es können hierzu einzelne Halbschalen 8 oder auch paarweise zusammengefaßte Halbschalen entsprechend Figur 5 verwendet werden. Der Abstand der Halbschalen 8 voneinander ist dabei so bemessen, daß er dem Abstand der Nuten 7 im Induktor 4 entspricht. In die Halbschalen 8 werden dann die elektrischen Kabel 1, 2 und 3 eingelegt, welche die Wicklungsstränge der Wicklung darstellen. Das Einlegen erfolgt schleifenförmig, sowie es schematisch aus Figur 1 zu ersehen ist.
- 10 Nach dem Einlegen der Kabel in die Halbschalen 8 werden die Haltebänder 5 und 6, so wie es bereits weiter oben geschildert worden ist, zwischen die federnden Vorsprünge 10 der Erweiterungen 9 der Halbschalen eingedrückt, so daß die Halbschalen 8 fest und unverrückbar an den Haltebändern 5 und 6 angebracht sind. Gleichzeitig werden dadurch die
- 15 Kabel 1, 2 und 3 in den Halbschalen festgelegt bzw. die Halbschalen werden fest mit den Kabeln verbunden. Auf diese Weise kann nach und nach eine endlose Wicklung hergestellt werden, indem die Schleifen der Kabel immer weiter fortschreitend in neue Halbschalen 8 eingelegt werden. Die fertigen Teile der Wicklung können auf eine Spule aufgewickelt werden.
- 20 Die Länge der Wicklung wird lediglich durch das Fassungsvermögen einer solchen Spule begrenzt.
- Zur Montage der Wicklung am Ort des Stators für den Linearmotor wird die fertige Wicklung von der Spule abgewickelt und in die Nuten 7 des Induktors 4 eingedrückt. Hierbei werden die federnden Arme 11 durch die etwas engere Nutöffnung in Richtung auf die Kabel zusammengedrückt. Sie federn wieder auseinander, wenn die Kabel ihre beispielsweise aus
- 25 Figur 4 ersichtliche Position erhalten haben. Dabei legen sie sich hinter die Vorsprünge 12 der Nuten 7 und halten damit sowohl die Halbschale 8 als auch das zugehörige Kabel fest in der Nut 7. Auf diese
- 30 Weise kann besonders einfach die gesamte vorgefertigte Wicklung mit wenigen Handgriffen in den Nuten 7 des Induktors 4 untergebracht werden.

.13.  
- Leerseite -



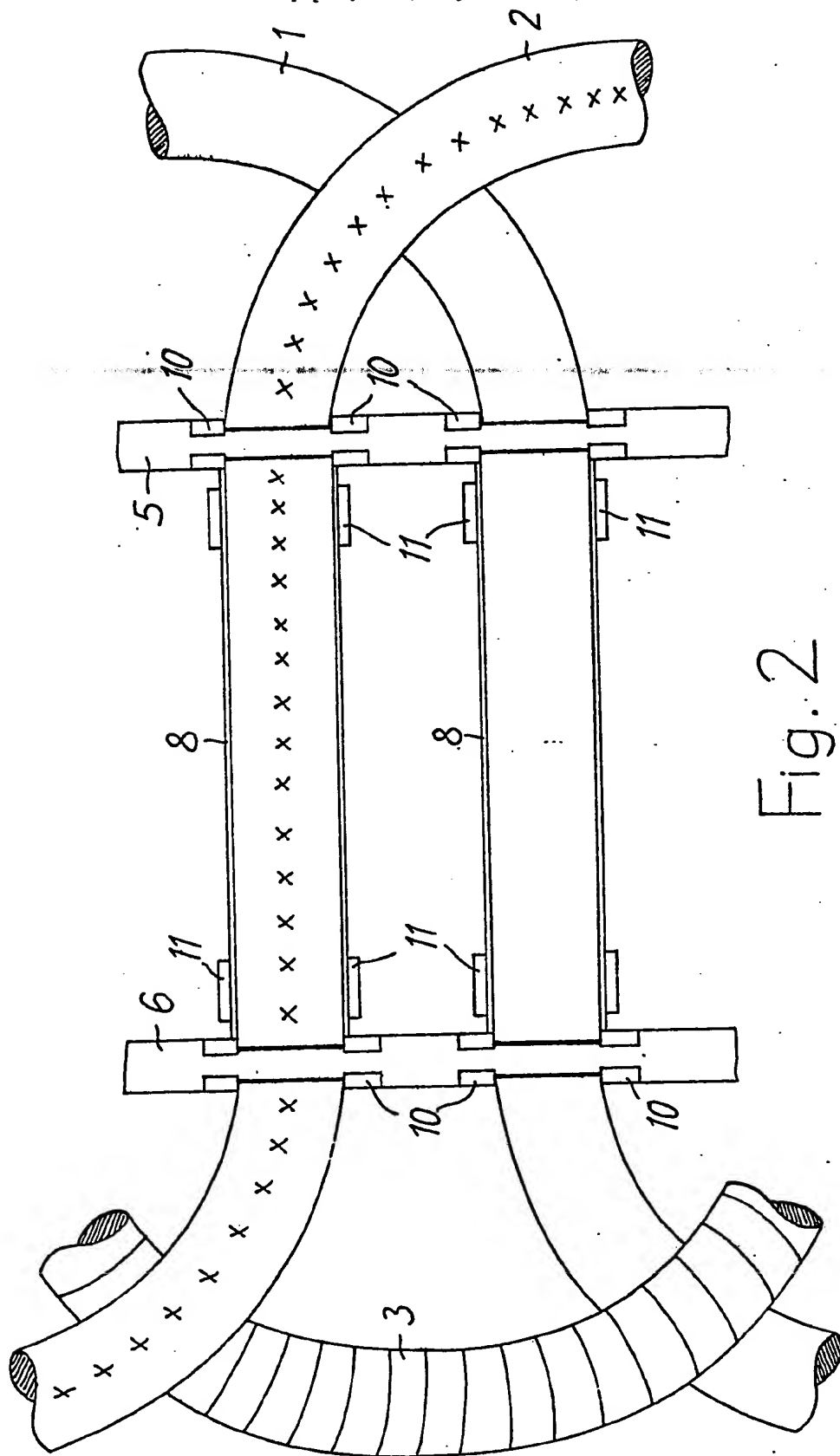


Fig. 2



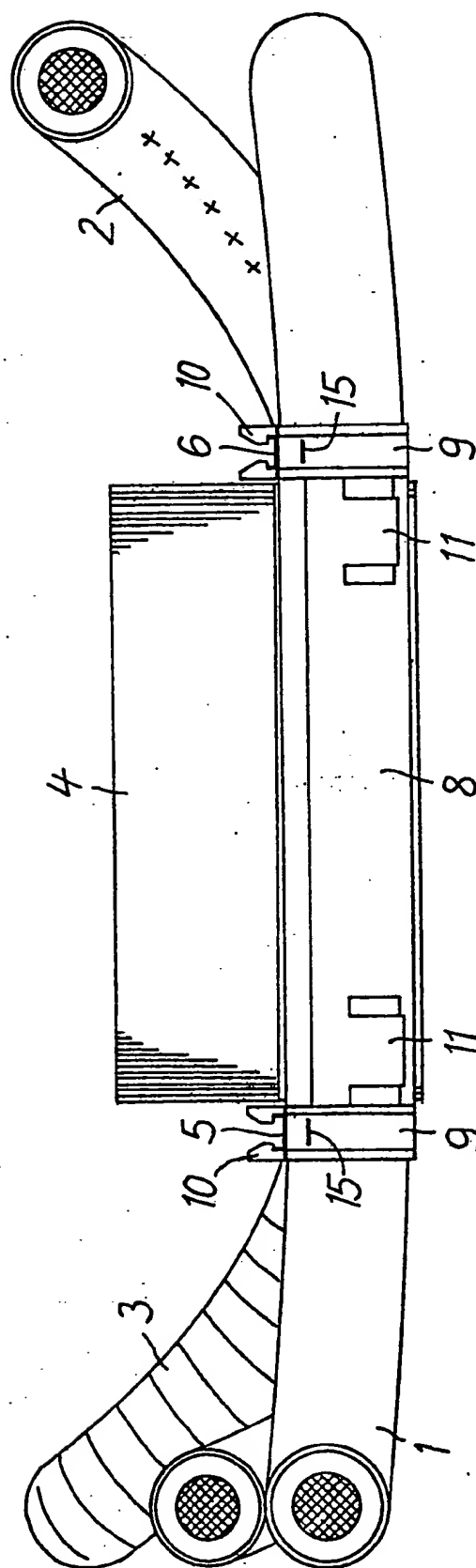


Fig. 3

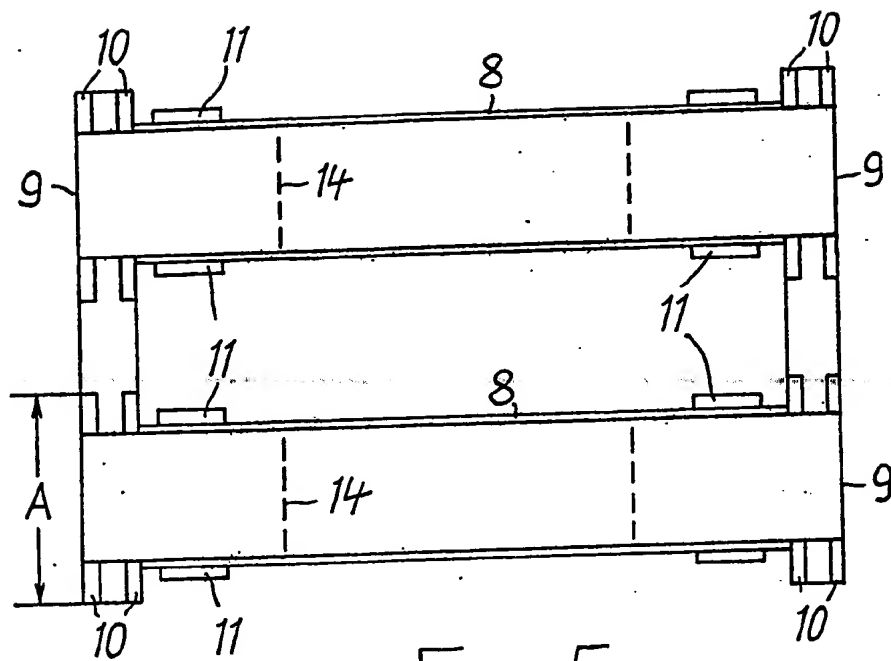


Fig. 5

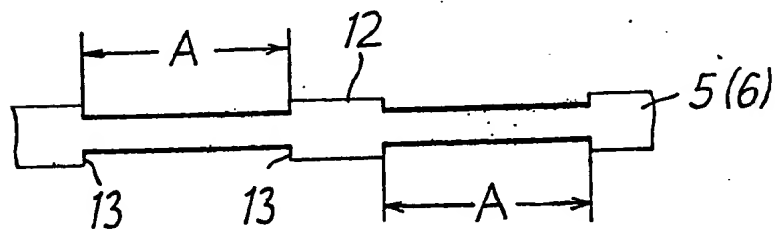


Fig. 6